



河道内氾濫原環境の劣化と再生

—イシガイ類と河道掘削と着目して—



萱場 祐一
Kayaba Yuichi

国立開発法人土木研究所河川生態チーム 上席研究員

1. はじめに

自然堤防帯における氾濫原は、大きく分けると、河道沿いに発達した自然堤防とその背後に広がる後背湿地から形成され、これらの中に、モザイク状に水域、遷移域、陸域が分布していた。その配置は洪水によって時空間的に変動するとともに、冠水の頻度・期間・強度等（以下、冠水頻度と記載）と関連して、異質性の高い物理水文環境を有していた。この結果、氾濫原には多様な陸生・水生生物が生息し、生物多様性を維持してきた^{1), 2), 3)}。一方、大河川の堤外地の本川の側方には、平常時には水深・流速が小さく、洪水のときには水深は増加するが、流速は本川ほど上昇しない「ワンド」、「たまり」といった環境が残されている。これらの環境は「河道内氾濫原」⁴⁾の水域部となり、氾濫原に依存するタナゴ類等の重要な生息場所として機能してきた。しかしこの環境も近年の河床低下等により洪水の影響が減少し、その機能が劣化してきている。本報では、河道内氾濫原については近年進みつつある生態的機能の劣化機構、および、治水整備メニューの一つとして行われている河道掘削が河道内氾濫原環境の有効な再生手法であることを紹介する。

2. 河道内氾濫原の機能と劣化プロセス

自然堤防帯における大河川の堤外地には、多くの場合、平常時の流路となる本川と、その側方には相対的に比高の高い陸域が分布する。陸域は洪水のときに冠水する氾濫原的性質を有し、近年、河道内氾濫原と呼ばれることが多くなってきている。陸域の窪んだ微低地は池状の水域となることが多く、本川との連結の状態により分類できる。すなわち、本川と常時水面が繋がっている「ワンド」、洪水時のみ本川と連結する「たまり」の2つのタイプに分けることができる（Fig.1）。自然堤防帯における河道内に見られるこれらの水域

は物理的に安定しており、扇状地区間と比較して洪水時に位置や構造が変化する頻度は少ないと考えられる。原生的な自然堤防帯の氾濫原に照らせば、河跡湖や沼沢地に類似した環境と言えるかも知れない。

ワンドやたまりといった氾濫原水域には、現在では希少となってしまったイシガイ科二枚貝が生息している（Fig.2）。また、イシガイ類が豊富なワンド、たまりほど魚類の種数や魚類の多様度指数が上昇することが明らかになっている⁵⁾。つまり、ワンド・たまりは自然堤防帯における生物多様性を支える重要な要素とも言える。また、堤



Fig. 1 ワンド・たまりの形状



Fig. 2 氾濫原水域（ワンド・たまり）で採捕したイシガイ類

内地における氾濫原環境が劣化している現在においては、氾濫原に依存する生物の存続を維持するための最後の砦として機能していることも忘れてはならない。

ところで、ワンド二枚貝の生息可能性は冠水頻度（本川との連結頻度）と関連することが知られており、平常時の水面との比高が小さく、頻繁に冠水する水域の方が二枚貝の生息可能性は高くなることが知られている^{6), 7)}。しかし、近年日本の大河川で生じている河床低下により河道内氾濫原環境の劣化が進み、イシガイ類の生息が困難になりつつある。そして、この現象はイシガイ類を産卵母貝とするタナゴ類の生息を脅かすだけでなく、日本における氾濫原の生物多様性の損失にも影響を与えている可能性がある。

河道内氾濫原の劣化事例として木曽川の自然堤防帯26.0～41.0kp（河床勾配：1/4,800、セグメント2-2）における研究事例を示そう⁸⁾。1950年代から2000年代の間に、木曽川の最深河床と氾濫原域との比高は3 m程度拡大しており（Fig. 3）、たまりの存在する氾濫原域への冠水頻度が低下したことは容易に想像できる。また、1973年に見られた自然裸地は、2003年にはほぼ消失し、自然砂州のほとんどは樹林に覆われた（Fig. 3, Fig. 4）。

次に、木曽川の対象区間で調査したワンド・たまりのイシガイ類の生息密度と冠水頻度との関係を見ると、冠水頻度が年5回程度以下（0.2以上）になるとイシガイ類の生息が困難になること、冠水頻度の増加に伴いイシガイ類の生息密度が上昇することが分かる（Fig. 5）。冠水頻度の変化がイシガイ類に生息密度に影響を及ぼすプロセスを理解するためにワンドと冠水頻度の異なるたまりで、現地で採集したイシガイ類を飼育し、成長率と生残率を計測した（対象としたワンド・たまりについてはFig. 5の中に記載）。また、各水域における物理・化学的環境の計測を行い、両者の関係性を調べた。この結果、イシガイ類は冠水頻度の低いたまり（Fig. 5の「非生息たまり」）で成長率・生残率が低く、かつ、これらの数値は夏季の貧酸素水塊の発生割合と相関が高いことが明らかになった。つまり、河床低下に伴い氾濫原水域の冠水頻度が低下し、攪乱強度が減少して氾濫原域の樹林化が進行した。また、この結果、落葉という形でたまりに流入する有機物量が増加した。一方で、河床低下に伴い洪水時の掃流力が低下し、冠水頻度の低いたまり群では有機物の掃流が抑制され、有機物の堆積量が増加した。このため、夏場における溶存酸素濃度の減少が生じ、イ

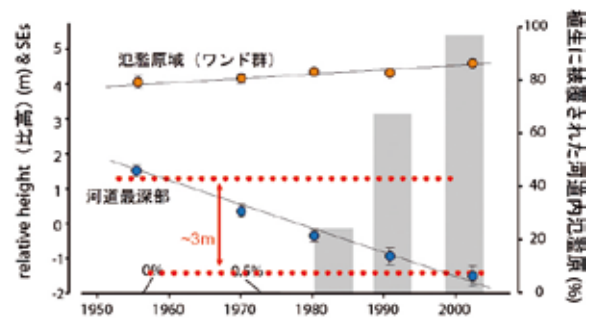


Fig. 3 木曽川における氾濫原域の比高と植被面積の時間変化



Fig. 4 木曽川における30年における景観の変化

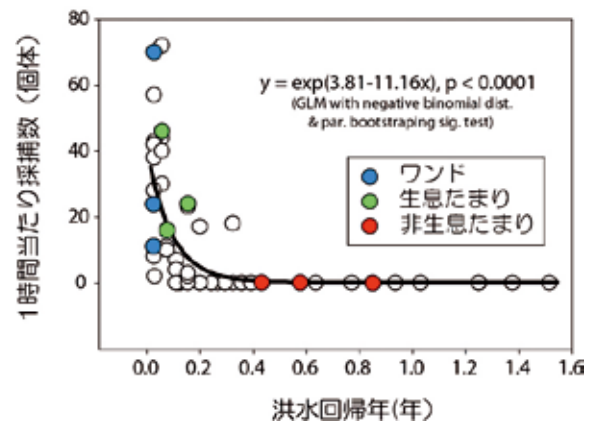


Fig. 5 冠水の回帰年とイシガイ類の採捕数



Fig. 6 河床低下に伴う氾濫原のシステムの変化
イシガイ類の生息に着目して⁹⁾

シガイ類の生息が困難になったものと考えられた（Fig. 6）。

このようなメカニズム以外にも、たまりの冠水

頻度が減少することにより、イシガイ類の宿主となる魚類の分散が抑止され、イシガイ類の分布域が拡大できなくなることで、冠水頻度の低下したたまりでは洪水時に微細な土砂が堆積しやすく、底質が細泥化し、イシガイ類にとって好適な環境でなくなることも、冠水頻度の低下に伴う影響と考えられている。

ただし、冠水頻度を説明変数とするイシガイ類の生息密度をモデル化し、これを他の河川に適用しても、イシガイ類の生息を説明できない場合も多い。今後、対象河川を増やし、イシガイ類の生息を支配する他の要因も抽出し、汎用的なモデルを開発する必要がある。

3. 河道内氾濫原は再生できるか

河川事業における再生の機会としては、自然再生事業に基づく再生だけでなく、治水事業における河道の改変に合わせて環境を再生するアプローチも有りうる。前者は事業量が少なく、河道の広い範囲を対象として行うことは難しいが、後者は河川整備計画において広範囲で実施することが計画されている河川が多く、この機会を有効に活用することが河道内氾濫原の再生に重要となる。河道の改変としては、目標流量を流下させるために河道断面積を拡大する、河道掘削が多くの河川で計画されており、しかも、その多くは、高水敷を切り下げる事業となっている。河道掘削において水面下の地形まで改変すると、工事中においては濁水の発生、工事終了後においては水面幅の増加に伴う水域における物理環境の変化と水生生物に対する影響が懸念されることが、高水敷切り下げが多用される理由の一つである。高水敷の切り下げは、河床低下に伴う相対的に上昇した氾濫原域の水面からの比高を低下させるため、二枚貝類の生息する氾濫原水域の再生に資するだけでなく、近年減少が著しい湿地性の植物の再生に寄与するものと期待されている。しかし、氾濫原環境の再生だけでなく、掘削後の土砂堆積・樹林化の抑制にも有効な掘削断面の設定方法は現在研究の途上にあり、土木研究所において重要な課題として研究に取り組んでいる。

ここでは、本研究の一環として行った揖斐川下流部（セグメント2）における高水敷掘削後のイシガイ類の生息状況のモニタリング結果を紹介しよう^{10), 11)}。

岐阜県揖斐川では、中下流部（Kp31-39）の左右岸において、渇水位～平水位（平水以下）、平水位～豊水位（平水～豊水）、豊水位以上（豊水



Fig. 7 揖斐川における掘削範囲の時期および高さ

以上）の高さで掘削を行った（Fig. 7）。

ここでは、2000～2002年および2005～2007年に掘削された箇所を対象として、掘削後に自然に形成されたワンド・たまりにおいてイシガイ類の生息状況を調査し、河道掘削後の氾濫原水域の回復状況と掘削高さとの関係を明確にした。調査では、各水域において一人の採捕者が一方向に進みながら手さぐりでイシガイ類を採捕し、採捕数を時間で除したCPUE（N/hour）を算出した。また、掘削後の土砂堆積の状況を把握するため、水域周辺の標高を調査し、掘削面に堆積した土砂の厚さを調査した。

結果を説明しよう。平水以下で高水敷の掘削を行った場所の氾濫原水域では、それ以上の高さで掘削した氾濫原水域よりもイシガイ類の生息量が有意に高かった（Fig. 8）。また、時間の経過とともにイシガイ類の生息量が減少する傾向が見られた。土砂堆積を見ると、掘削面から堆積した土砂の厚みは、平水以下もしくは平水～豊水の掘削面において大きかった（約0.4～1.0mの堆積）

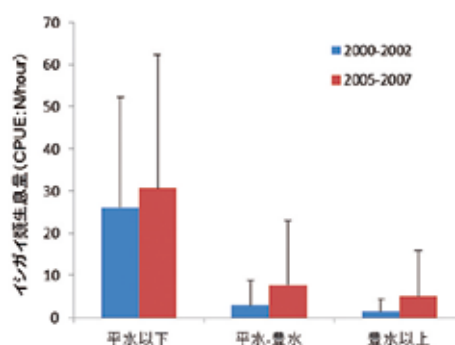


Fig. 8 掘削高さ別のイシガイ類生息量

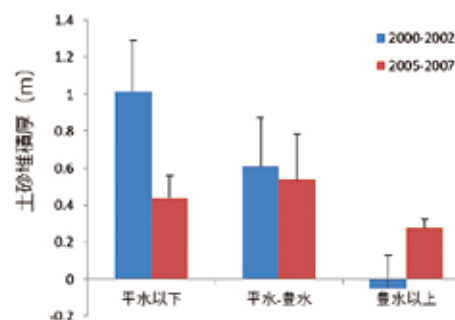


Fig. 9 掘削高さ別の土砂堆積厚

(Fig.9). これは、豊水以上に対してより低い掘削面では、冠水する機会が多く、また、規模の大きな出水では冠水した時の水深が大きくなり、掘削面に持ち込まれる土砂量が多くなったためと考えられる。調査対象区間における0.5mの比高増大は、低水位から豊水位以上程度までの高さの差に相当する。つまり、平水位以下の高さで掘削された場所であっても、その後の堆積が氾濫原水域の冠水頻度を低下させ、イシガイ類の生息量を低下させた可能性がある。

4. おわりに

河道掘削は劣化した氾濫原水域の再生に有効であるが、掘削箇所における土砂堆積スピードは速く、長期間環境を維持することは難しい可能性がある。今後、土砂堆積や樹林化の可能性を踏まえ、最適な河道掘削方法の開発を行って行く必要がある。

参考文献

- 1) Junk W.J., Bayley P.B., & Sparks R.E. (1989) The flood pulse concept in river flood plain systems. Canadian Special Publications of Fisheries and Aquatic Sciences 106: 110-127.
- 2) Robinson C.T., Tockner K., & Ward J.V. (2002) The fauna of dynamic riverine landscapes. *Freshwater Biology* 47: 661-677.
- 3) Tockner K., & Stanford J.A. (2002) Riverine flood plains: present state and future trends. *Environmental Conservation* 29: 308-330.
- 4) 永山滋也・原田守啓・萱場祐一 (2015) 高水敷掘削による氾濫原の再生は可能か?～自然堤防帯を例として～. *応用生態工学* 17(2):67-77.
- 5) J.N.Negishi, S. Nagayama, M. Kume, S.Sagawa, Y. Kayaba & Y. Yamashita (2013) Unionoid mussels as an indicator of frish communities: A conceptual framework and wmpirical evidence. *Ecological Indecators* 24:127-137.
- 6) J.N.Negishi, S.Sagawa, Y.Kayaba, S.Sanada, M. Kume & T.Miyashita (2012) Mussel responses to flood pulse frequency: the importance of local habitat. *Freshwater Biology* 57: 1500-1511.
- 7) 永山滋也・原田守啓・萱場祐一・根岸淳二郎 (2014) イシガイ類を指標生物としたセグメント2における氾濫原環境の評価手法の開発：木曽川を事例として. *応用生態工学* 17(1) : 29-40.
- 8) 根岸淳二郎・萱場祐一・佐川志朗 (2008) 氾濫原の冠水パターンの変化とその生態的な影響～淡水性二枚貝の生息状況の観点から～. *土木技術資料* 50-11 : 38- 41.
- 9) 萱場祐一・根岸淳二郎 (2010) : 絶体絶命の淡水魚イタセンバラ稀少種と川の再生に向けて第9章 イタセンバラを守る要石：二枚貝からみた氾濫原の劣化機構. 東海大学出版会, 東京.
- 10) 萱場祐一・大石哲也・永山滋也 (2013) 河川地形改変に伴う氾濫原環境の再生手法に関する研究. (独) 土木研究所プロジェクト研究「河川生態系の保全・再生のための効果的な河道設計・河道管理技術の開発」平成 23 年度報告書.
- 11) 萱場祐一・大石哲也・永山滋也 (2014) 河川地形改変に伴う氾濫原環境の再生手法に関する研究. (独) 土木研究所プロジェクト研究「河川生態系の保全・再生のための効果的な河道設計・河道管理技術の開発」平成 24 年度報告書.